（２） 組込みシステム産業の施策立案に向けた実態把握のための調査研究

組込みシステム産業の施策立案に向けた実態把握のための調査研究は、平成22年度に（株）三菱総合研究所（1件）とガートナージャパン（株）（1件）が担当して、計2件が実施された。

具体的なテーマは、それぞれ以下の通りである。

- 「組込み産業イノベーション調査」（(株）三菱総合研究所）
- 「組込みシステム産業の施策立案に向けた実態把握のための調査研究」（ガートナージャパン（株））

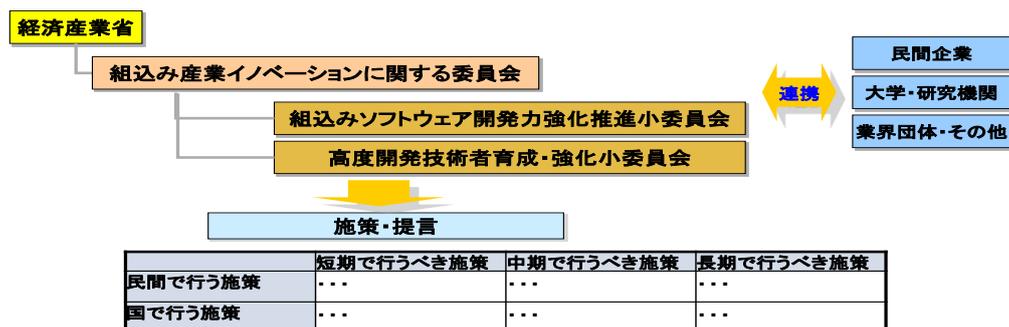
1）組込み産業イノベーション調査（三菱総合研究所）

a）目的

組込みソフトウェアの競争力強化に資する製品メーカー（発注者）と組込みソフトウェアベンダ（供給者）間の協業を実現するために、必要となる取組みについて検討する。

b）委員会の設置

この調査を実現するために、「組込み産業イノベーションに関する委員会」と「組込みソフトウェア開発力強化推進小委員」、「高度開発技術者育成・強化小委員会」の3つの委員会が設置された。これらの委員会の関係を、図表3-6に示す。

	短期で行うべき施策	中期で行うべき施策	長期で行うべき施策
民間で行う施策	・・・	・・・	・・・
国で行う施策	・・・	・・・	・・・

図表 3-6 関連する委員会の関係

また昨年度までの活動に結果として、今年度の2つの小委員会の検討テーマが図表3-2-2のように定められた。

組込みソフトウェア開発力強化推進小委員会	高度開発技術者の育成･強化小委員会
･設計レベルでの成熟度向上に向けた対策 ･ツールによる開発の普及･啓蒙のための、ツール導入の障壁と対策 ･差分開発特有の問題点収集と対策	･上流シフトに対応する高度開発技術者の育成･強化 ･スキルの見える化の普及啓もう策

図表 3-7 2 つの小委員会のテーマ

c）検討結果

「組込み産業イノベーションに関する委員会」における検討の結果、以下の提言が出された。

- 共通プラットフォームを構築することで、組込み産業が発展していく。
- 戦略 5 分野のグローバル競争力強化のためには、組込み産業の発展が欠かせない。そのため、戦略 5 分野に関わるステークホルダが集まる場を設けること。
- あらゆるものを繋げる力を強化することによって戦略 5 分野のグローバル競争力を強化できる。繋げるためにはプラットフォームが必要である。
- あらゆるモノが繋げる環境になるためには、システム全体のサービス、ソリューションそして人材を提供する必要がある。
- 人材育成の観点からみると、戦略 5 分野にコミットメントできるような人材の育成が求められる。

d）結果の公表

結果は三菱総合研究所でまとめられた報告書のみで、この報告書は Web で公開されていない。

この報告書の目次を、図表 3-8 に示す

目次

図表 3-8（その 1） 報告書の目次（その 1）

図表 3-8(その 2) 報告書の目次(その 2)

２）「組込みシステム産業の施策立案に向けた実態把握のための調査研究」
（ガートナージャパン（株））

ａ）背景

様々な製品機器に内蔵されて、固有の機能を果たしている組込みソフトウェア及びその周辺機能から構成される組込みシステムは、経済社会全体の基盤になりつつあると同時に、製品機器の付加価値の源泉となっており、わが国製造業の競争優位性を左右する存在となっている。

現在、組込みシステム産業分野は、従来のような欧米との競争に加え、韓国さらに中国に代表される新興国による組込みシステム製品産業への進出により、国際競争が激化している。さらに2008年秋のリーマンショック以降の景気の低迷に伴い、国内組込みシステム産業も多大な影響を受け、産業構造や産業規模等急激な変化が起きている。このような状況から、わが国としては、現時点での組込みシステム産業の現状を適切に把握した上で、組込みシステムの開発力強化等の競争力強化に向けた取り組みが一層重要となっている。

2010年6月に経済産業省がとりまとめた「産業構造ビジョン」においても、産業の高次化を図るべき分野として「組込みソフトウェアの標準化・信頼性向上」が挙げられている。一方で、昨今、組込みソフトウェアの大規模化・複雑化が進み、信頼性・安全性への影響が指摘される中、その不具合や関連トラブルが報告されており、組込みシステムの信頼性・安全性の確保も喫緊の課題となっている。

ｂ）目的

組込みシステム産業の現状に関する、定量的なデータを中心とした信頼性の高い情報を収集・分析し、それを基に適切な産業政策立案に向けた検討を行うために調査を実施する。

ｃ）調査の内容

組込みシステム関連企業の 2009 会計年度について、以下の事項を調査し、集計・分析結果をもとに、組込みシステムに関する産業政策立案の検討を行う。

- 企業活動（事業内容、開発製品、従業員数、利益、開発費とその内訳、売上高、海外売上比率、海外進出状況　等）
- 開発手法（使用プログラム言語、プロセッサのチップ数、ターゲットOS、工程毎の使用ツール、モデルベース手法の利用状況、ソフトウェア工学の導入状況等）

- 製品の不具合状況（件数、原因、影響、損失額、対策内容、対策額、不具合発生工程等）
- 開発の課題･解決方法、人材育成・事業環境変化への取組み（統合システム化、機能安全、第三者検証、等）
- その他（政策に対する意見等）

d）調査の手順

以下の手順で実施する。

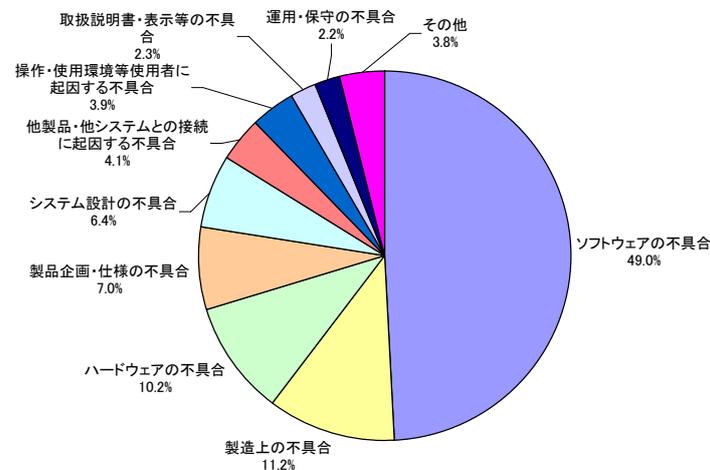
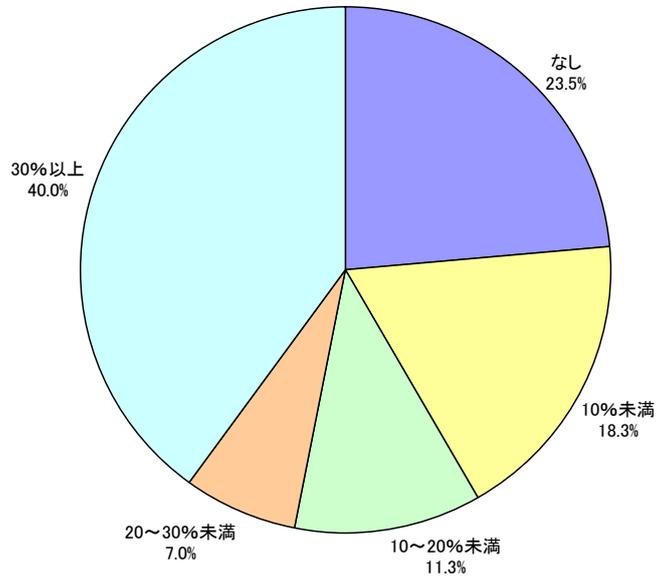
- 調査票作成
- 調査の実施（調査票配布と調査票回収）
- 調査結果の集計
- 調査結果の分析
- 報告書作成

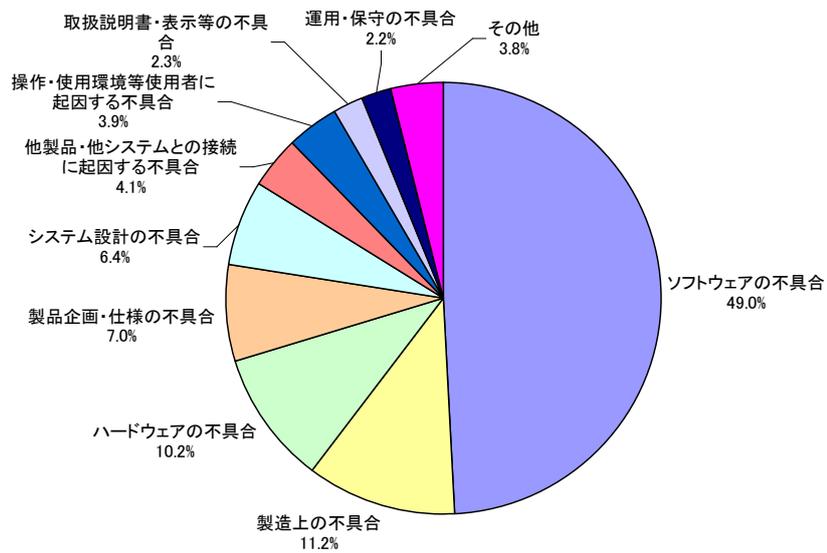
e）調査の結果

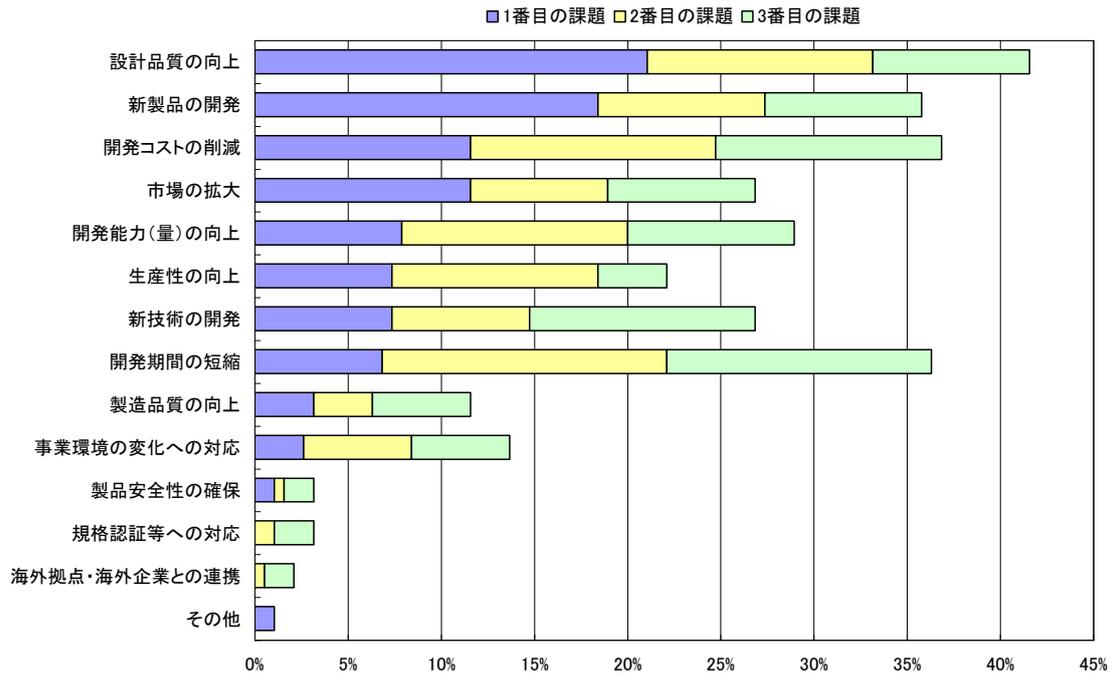
調査の結果は PowerPoint で、139 枚のスライドに納められている。

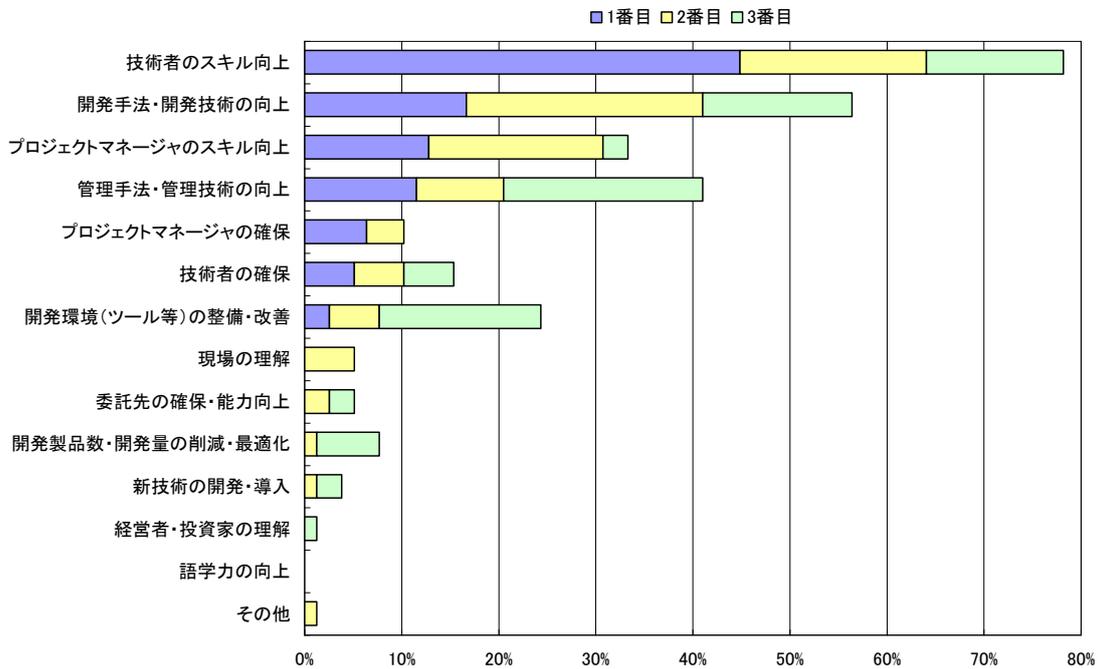
その中のポイントは、以下の通りである。

- 製品出荷後に発見される不具合は、あまり少なくはない。
- その不具合の原因の約半分（49%）がソフトウェアによるものである。
- ソフトウェアの設計品質の向上が、一番大きな課題である。
- その課題を、企業は技術者のスキル向上で解決したいと考えている。

上記ポイントに関わるスライドを、図表 3-9～12 に示す。

図表 3-9　不具合の原因

101

図表 3-9 製品出荷後の不具合発生製品率

104

図表 3-10 製品出荷後に発生した不具合の原因（不具合件数ベース）

図表 3-11　ソフトウェア開発における課題

55

図表 3-12　課題の解決手段(設計品質の向上)

f ）報告書の取り扱い

この調査結果の報告書は、経済産業省の Web で掲載されている。URL は以下の通り。

http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/chusho_ESIR/2011/01.pdf

（３） 機能安全に対応した機器制御システムの開発

a ）研究開発の方法

「機能安全に対応した機器制御システムの開発」の研究開発は、平成 22 年度から平成 24 年度まで 3 年間、（社）JASPAR に委託して行われた。

表面的に公表されている研究の目標は、下記の通り各年度で異なっている（図表 3-13）。しかし（社）JASPAR は当初から 3 年間一貫した研究開発の計画を立て、その計画に基づいて研究開発を実施してきた。

年度	目標
平成 22 年	今まで各社個別で対応してきた信頼性（機能安全）に関する「非競争領域の技術」と「国際規格 ISO 26262 に対する解釈方法」の標準化と共有化を行う。
平成 23 年	信頼性・安全性等の品質の確保が喫緊の課題となっている組込みシステムについて、信頼性・安全性の向上、標準化の推進等を図る。
平成 24 年	機能安全に関する説明性の向上が必要となっている組込みシステムについて、機能安全に関する説明性を効率的に向上させる。

表 3-3-1 JASPAR の年度ごとの研究開発の目標

b ）全体の作業計画

①本事業の背景

現在、日本の基幹産業ともいうべき自動車業界において、自動車に内蔵される組込みソフトウェアは、国際競争力の源泉となっている。特に、今後の低炭素化社会を実現する手段の一つとなりうるハイブリッド・電気自動車においては、それらに組込まれるソフトウェアの規模の増大や複雑化はますます進んでいるが、それに伴い、開発条件は厳しくなる傾向にあり、ソフトウェアの「生産性向上」及び「信頼性」が重要な課題となってきている。

「生産性向上」に関する取組みは、経済産業省より JASPAR に委託された平成 19 年度（2007 年度）から平成 21 年度（2009 年度）までの３カ年事業『産学連携ソフトウェア工学実践事業（高信頼組込みソフトウェア開発）』により、車載制御基盤ソフトウェアの標準化活動を実施してきており、一定の成果をあげつつある。

一方、「信頼性（機能安全）」については、最近海外で機能安全に関する動きが加速しており、国際電気標準会議（IEC）から機能安全の国際規格 IEC 61508 が発行されている。さらに、この規格をもとに、様々な製品分野（産業機械、鉄道、医療機器、自動車、ロボット等）においても適用が拡大されてきている。

このような動きを受けて、海外の組込みソフトウェア関連企業では、対象品への規格対応準備が着実に進められており、我が国としても、国際競争力維持の観点から、機能安全規格への対応が急務となっている。

既に、原子力、鉄道、プロセス産業等の分野では、機能安全の国際規格が制定されている。一方、自動車分野においては、国際標準化機構（ISO）により、ISO 26262 として平成 23 年（2011 年）6 月発行予定で規格策定が進められた。

自動車分野の機能安全規格は、広く一般の人々が扱う大量生産品に対して導入される最初の例であり、後続する他産業分野への影響も大きいと考えられる。

②本事業の目的

前述の背景をうけて、自動車メーカー、サプライヤ、半導体メーカー、及び組込みソフトウェアメーカー等を含むコンソーシアム活動である JASPAR により、今まで各社個別で対応してきた信頼性（機能安全）に関する「非競争領域の技術」と「国際規格 ISO 26262 に対する解釈方法」の標準化と共有化を行う。そして、これらの活動を通して、今まで培ってきたモノ作り面での日本の強みを維持するとともに、国際競争力の確保を目指す。

③本事業の目標

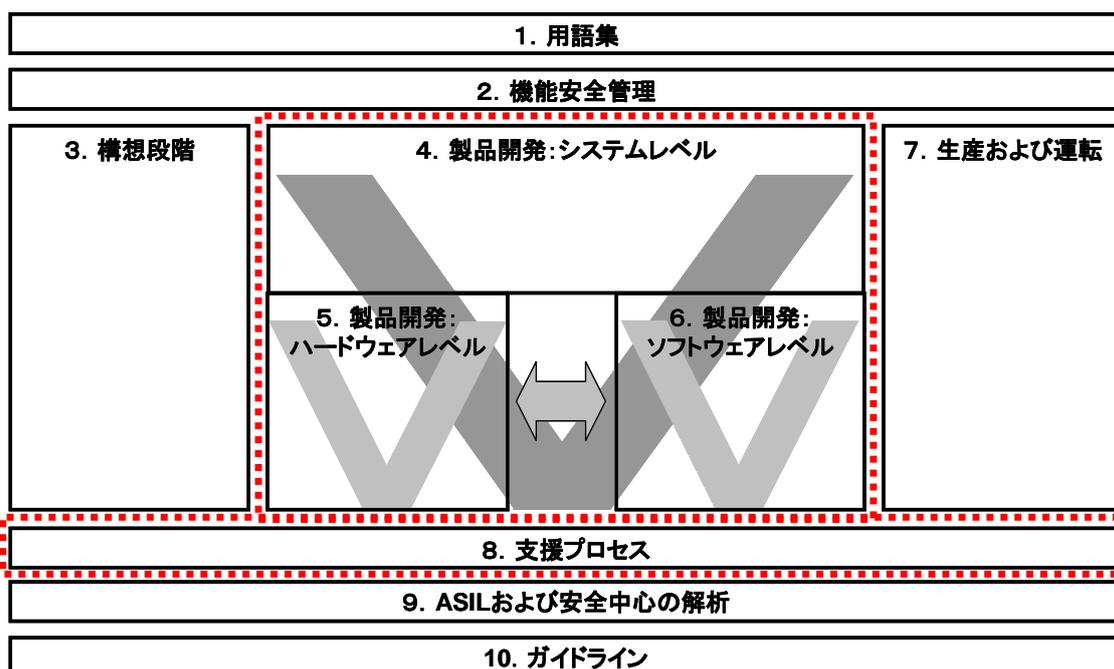
本事業は、平成 22 年度から平成 24 年度までの 3 カ年で実施する予定であり、図表 3-14 に示すように各年度の目標を設定している。

平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度
ISO 26262 の調査と機能安全要件抽出	仮想システムによる実証〔フェーズ1〕	仮想システムによる実証〔フェーズ2〕
・自動車分野の機能安全に関わる文書である ISO/DIS 26262 と自工会解説書(案)を調査し、ガイドラインドラフト(解説書案)を策定する。	・平成 22 年度成果を活用し、仮想システムの開発試行を行い、ISO 26262 に対応するために必要な実開発で使える解説書を策定する。	・平成 23 年度成果を活用し、他システムへの展開を検討し、ISO 26262 に対応するために必要な実開発で使える技術と道具のバリエーションを増やすとともに、実装技術を確固たるものにする。 ・また、3カ年事業の成果を解説書改訂版としてまとめ上げる。
<成果物> 【ガイドラインドラフト(解説書案)】 ・解説書案(マイコン編) ・解説書案(ソフトウェア編) ・解説書案(プロセス編)	<成果物> 【解説書】 ・解説書(マイコン編) ・解説書(ソフトウェア編) ・解説書(プロセス編)	<成果物> 【解説書改訂版】 ・解説書(マイコン編)改訂版 ・解説書(ソフトウェア編)改訂版 ・解説書(プロセス編)改訂版

図表 3-14 3 カ年計画の概要

④ISO 26262 について

ISO 26262 は自動車の電気／電子に関する機能安全についての国際規格。IEC 61508 を自動車分野に適用したもの。パート 1～10 で構成される内、パート 1～9 が、2011 年 11 月 15 日に正式発行された。

自動車の長い歴史の中で、多くの機能が主に機械的に実現されていたが、近年、電気／電子的に制御される部分が急速に大きくなってきている。急速な複雑化の為に故障部位はますます増加し、急速な高性能化の為に誤動作の際の被害はますます無視し得なくなりつつある。その一方で、より高性能でより高機能で、より安価な製品を、いち早く得たいという社会のニーズは、しばしば安全性と対立する。安全性の確保も同様に重要な社会のニーズである為、われわれの社会が許容する安全性とのバランスを確保する為に既に IEC 61508 で国際規格化されていた機能安全の考え方を自動車産業に導入する為に作成された（図表 3-15)。

図表 3-15 ISO 26262 の全体像

c）平成 22 年度の活動概要

①活動の目標と結果

平成 22 年度、「機能安全に対応した機器制御システムの開発」では、下記の 2 つの目標を掲げて、活動を行った。

（Ⅰ）モノ作り面での日本での強みを維持するとともに、国際競争力の確保を目指す。

（Ⅱ）本事業における機能安全に関する標準化活動の成果を、医療機器、産業・通信機器、デジタル家電などの他産業へ展開する。

以下、この 2 つの目標に対する達成度について述べる。

まず、目標（Ⅰ）については、一般社団法人日本自動車工業会（通称、「自工会」）の解説書（案）と国際規格 ISO/DIS 26262 をベースとし、JASPAR 参加企業である自動車メーカー、サプライヤ、半導体メーカー、及び中小企業に分類される組込みソフトウェアメーカーそれぞれの立場で機能安全に対する具体的な技術検討を実施し、車載電子制御システム用のマイコン、基盤ソフトウェア・アーキテクチャ、プロセスに関する機能安全要件（ISO/DIS 26262 で規定された要件）をまとめ、技術的な実証評価ができるレベルのガイドラインドラフトとして以下の 3 つの文書を作成することができた。

- 『解説書案（マイコン編）』
- 『解説書案（ソフトウェア編）』

- 『解説書案（プロセス編）』

この成果により、今まで各社個別で対応してきた信頼性（機能安全）に関する「非競争領域の技術」と「国際規格 ISO 26262 に対する解釈方法」の標準化と共有化のための基盤を確立することができた。

ただし、以下の課題が残されている。

- ISO 26262 の正式版発行後のガイドラインドラフト（解説書案）の改定と更新が必要

  ・平成 22 年度（2010 年度）は、国際規格のドラフト版である ISO/DIS 26262 を対象に活動を実施したが、平成 23 年（2011 年）6 月頃に、ISO 26262 の正式版が発行される予定であり、そのタイミングで内容の差分調査を速やかに実施し、ガイドラインドラフト（解説書案）の内容精査を行い、改定・更新をする必要がある。

- 自動車メーカー及びサプライヤによる総合的なソフトウェア・アーキテクチャの機能安全要件の検討が必要

  ・ソフトウェア・アーキテクチャの機能安全要件については、自動車メーカー及びサプライヤがシステム設計段階で検討すべき重要項目である。特に、システムの機能に必要な構造、信頼性確保を目的とした構造、及び安全性を考慮した構造といった様々な視点で総合的にアーキテクチャを検討する必要があり、上位からの機能要求と安全要求をどのような形で実装していくかという検討を続けていく必要がある。

- ガイドラインドラフト（解説書案）の実証評価が必要

  ・平成 22 年度（2010 年度）にガイドラインドラフト（解説書案）としてまとめた要件は、試作システムあるいは試作ソフトウェアによる実証評価を実施し、その結果をもとに、より実用的なものとして仕上げていく必要がある。

- ガイドラインドラフト（解説書案）の第三者視点での評価検証が必要

  ・ガイドラインドラフト（解説書案）が、海外規制団体等に認められるものであることを確認するために、第三者視点での評価検証を行う必要がある。

次に、目標（Ⅱ）については、ロボット制御ソフトウェア開発における、開発プロセス、次世代制御ネットワークへの要件、機能安全対応等について、その分野の関係者と意見交換会を実施し、ロボット制御システム分野では、車載電子制御システムと要件が異なる部分はあるものの、機能安全目線では共通項も多いことがわかった。

今後は機能安全対応という観点で、本事業成果物であるガイドラインドラフト（解説書案）の活用提案を考えている。その理由は、例えば、ロボット

制御システム分野においては、意見交換会を通じて自動車分野と共通項が多いことが判明しているので、ガイドラインドラフト（解説書案）を活用することにより、機能安全対応の効率化を図ってもらえると推察しているからである。

②報告書目次

JASPAR が発行した平成 22 年度の事業報告書の目次を、図表 3-16 に示す。

＜ 目 次 ＞

図表 3-16(その 1) 平成 22 年度の報告書の目次(その 1)

図表 3-16(その 2) 平成 22 年度の報告書の目次(その 2)

ｄ）平成 23 年度の活動概要

①活動の目標と結果

平成 23 年度は、昨年度（平成 22 年度）に経済産業省より JASPAR に委託された、「機能安全に対応した機器制御システムの開発」において策定した『ガイドラインドラフト（解説書案）』を、平成 24 年度までに自動車産業、半導体産業及び組込みシステム産業の開発現場での実使用に供するという最終ゴールに向けて、以下の活動を実施し、それらの結果を『解説書』としてまとめた。

- 仮想システムによる実装領域（ISO 26262 の Part4 の一部、Part5、Part6）の開発試行により、実開発で使える道具と技術の整備
- 自動車メーカーとサプライヤ分業の観点から運用上必要な事項の具体化
- 第三者機関による評価検証

しかしながら、「開発現場での実使用に供する」という最終ゴールに向けては、以下に示す課題が残っている。

- 『解説書』について、を ISO 26262 正式版に対応させるとともに、今年度得たフィードバック（例えば、より判りやすくする、等）を受けての内容ブラッシュアップ。また、『解説書』に関連する、技術テンプレート・チェックリストとの整合性確保。
- 仮想システムによる実証について、今年度の活動において不足していたプロジェクト管理を含めて実施するとともに、機能安全（ISO 26262）が要求するトレーサビリティ確保の観点から、ツールを使った作業成果物（Work Product）の管理。また、今年度に第三者機関から得た意見・提案を技術テンプレートに反映するとともに、「技術テンプレートをどう書けばよいか」をまとめた『運用ガイドブック（仮称）』の整備。
- 第三者機関による評価検証について、今年度のコンサルティング／アセスメントを通じて、欧州（exida（ドイツ）、MIRA（英国））の機能安全（ISO 26262）に対する考え方や相場感が確認できたが、世界で通用するものという観点から、セカンドオピニンオン（例えば、北米での考え方や相場感）の検討。

以上、来年度は、上記の課題を解決するための活動を計画・実施するとともに、図表 3-14 に示す 3 カ年計画の最終年度として、解説書の内容をブラッシュアップし、世界で通用するものとして仕上げていく。

②報告書目次

JASPAR が発行した平成 23 年度の報告書の目次を、図表 3-17 に示す。

＜ 目 次 ＞

図表 3-17(その 1) 平成 23 年度の報告書の目次(その 1)

図表 3-17(その 2)　平成 23 年度の報告書の目次(その 2)